Wissenschaftliche Zeitschrift der Technischen Hochschule Dresden · 7 (1957/58) Heft 6 · Herausgeber: Der Rektor

(E) Fakultät für Elektrotechnik / Publ.-Nr. 80
Institut für elektrischen und mechanischen Feingerätebau, Direktor Prof. Dr.-Ing. Siegfried Hildebrand
Als Manuskript gedruckt! DK 681.612.7
Eingang: 12. 8. 1958

Untersuchungen über die Leistungsfähigkeit elektrischer Schreibmaschinen

Von Gerhard Bögelsack

Es werden eingehend die wichtigsten Probleme behandelt, die oft im Zusammenhang mit der Frage der Anwendbarkeit elektrischer Schreibmaschinen auftreten. An Hand von Untersuchungsergebnissen, die über Schreibgeschwindigkeit, Zeitbedarf des Wagenaufzugs usw. Auskunft geben, wird den elektrischen Schreibmaschinen der ihnen gebührende Platz im modernen Büro zugewiesen. Die andersgearteten Anschlagsverhältnisse bei derartigen Maschinen verlangen eine veränderte Schreibtechnik, deren Forderungen kurz angerissen werden, um die Fachpädagogen im Maschinenschreibunterricht zur weiteren Behandlung der methodischen Grundfragen anzuregen.

Die Entwicklung der elektrisch angetriebenen Schreibmaschinen hat in den letzten Jahren immer mehr an Bedeutung zugenommen. Auf dem internationalen Markt sieht man heute bereits eine beträchtliche Anzahl von verschiedenen Modellen dieser Maschinen, und es gibt kaum ein namhaftes Werk der Schreibmaschinenindustrie, das nicht eine elektromechanische Schreibmaschine in sein Fertigungsprogramm aufgenommen hat. Diese Tendenz ist nicht verwunderlich, wenn man bedenkt, in welch hohem Maße die Schreibarbeit in den Büros angewachsen ist und wie man bemüht ist, auch diese Arbeit möglichst zu erleichtern und zu mechanisieren. Die Anforderungen an die Schreiberinnen sind ständig gestiegen, einmal in bezug auf Schreibumfang, zum anderen auch in bezug auf Kraftaufwand. Man denke nur an die Beschriftung von Wachsschablonen, Ormig-Papier, Rotaprint-Papier usw. und an die Anfertigung zahlreicher Durchschläge. Es macht sich daher notwendig, den Schreiberinnen einen Teil ihrer schweren Arbeit abzunehmen und für die Erhaltung wertvoller Arbeitskraft zu sorgen. Ein Weg dazu führt über die elektrische Schreibmaschine.

Wenn man nach den Prognosen und Reklameankündigungen der Schreibmaschinenwerke geht, so scheint die elektrische Schreibmaschine den Wettbewerb mit der handangetriebenen Maschine energisch aufnehmen zu wollen. Orientiert man sich aber nach der anderen Seite, den Verbrauchern, also in erster Linie den Schreiberinnen, muß man feststellen, daß die überwiegende Mehrzahl in diesen Kreisen den elektrischen Maschinen mit einer gewissen Abneigung entgegentritt. Abgesehen von der Kostenfrage, werden folgende Argumente oft von Schreiberinnen gegen die elektrische Schreibmaschine angeführt:

1. Beim Schreiben auf elektrischen Schreibmaschinen fehlt das Gefühl für die Durchführung des Typenabdruckes.
2. Durch den kurzen Tastenhub entsteht ein starker Prell am Finger. Das führt zu schmerzenden Fingerspitzen und Handgelenken.
3. Die elektrischen Schreibmaschinen arbeiten zu langsam. Insbesondere der Wagenaufzug und die Zeilenschaltung, die man bei elektrischem Antrieb nicht von außen beeinflussen kann, wirken bei hohen Schreibleistungen hindernd.
4. Die elektrischen Schreibmaschinen arbeiten zu laut.
5. Die Funktionssicherheit ist unbefriedigend, d. h., es treten noch häufig technische Störungen ein, darüber hinaus Stromausfall usw.

Im folgenden wird versucht, sich mit diesen Fragen auseinanderzusetzen und an Hand von Untersuchungsergebnissen das Für und Wider bei elektrischen Schreibmaschinen gegeneinander abzuwägen. Zu diesem Zweck sollen zunächst einige Erläuterungen über deren Arbeitsweise gegeben werden.

Arbeitsweise elektrischer Schreibmaschinen

Die Idee, unter Heranziehung einer Hilfsenergie eine Schreibmaschine zu betreiben, ist schon ziemlich alt. Sie tauchte erstmalig in den 90er Jahren des vorigen Jahrhunderts auf und hat seither in äußerst zahlreichen Patentschriften ihren Niederschlag gefunden. Sieht man von einigen Ausnahmen ab, so kann man sämtliche Vorschläge in zwei große Gruppen einteilen:

Die eine Gruppe arbeitet mit Elektromotoren, man bezeichnet sie daher als elektromotorische Antriebe. Die zweite Gruppe verwendet als Antriebselemente Elektromagnete. Die erwähnten Ausnahmen schlagen einen pneumatischen Antrieb (unter Verwendung von Luftpumpen) bzw. eine photoelektrische Arbeitsweise vor. Die elektromagnetischen Antriebe konnten sich bisher nicht durchsetzen: Die Magnetsysteme arbeiten zu träge, sie nehmen sehr viel Platz ein und verursachen eine erhebliche Wärmeentwicklung, so daß sie sich für die praktische Verwendung nicht eignen.

Es bleiben die elektromotorischen Antriebe, die heute das Feld behaupten und für die eine eingehendere Darstellung folgen soll. Die erste brauchbare Maschine dieser Art war die Mercedes-Elektra, die 1921 auf den Markt kam und seitdem in vielen Tausenden von Exemplaren verkauft worden ist. Ihr Arbeitsprinzip zeigt Bild 1.

Man sieht einen Querschnitt durch ein Typenhebelgetriebe. Es handelt sich um das Mittelgetriebe, das die H-Taste trägt. Durch einen Motor, der nicht dargestellt ist, wird eine verzahnte Welle 1 in Uhrzeigerrichtung ständig angetrieben. Sie erstreckt sich über die Gesamtheit aller Typenhebelgetriebe und ist auf ihrer ganzen Länge verzahnt. Wird eine Taste 2 betätigt, dann zieht

die Zugklinke 3 den Antriebshebel 4 mit seiner Zahnklinke 5 in den Bewegungsbereich der Zahnwelle 1 hinein. Er wird erfaßt und mitgerissen und leitet dadurch die Bewegung des Typenhebels 7 ein. Wichtig ist, daß von dem Augenblick an, da der Antriebshebel 4 von der Welle erfaßt worden ist, die Tastenbewegung überhaupt keinen Einfluß mehr auf die Typenhebelbewegung hat. Entsprechend ist es bei der Rückwärtsbewegung des Typenhebels. Er schnellt infolge der Rückprallenergie und der Rückstellfeder in die Ruhelage zurück, gleichgültig, ob der Finger noch auf der Taste ruht oder nicht. Nachdem der Typenhebel etwa die erste Hälfte seines Weges zurückgelegt hat, wird durch einen Abstreifer 8 der Eingriff des Antriebshebels in die Zahnwelle wieder aufgehoben. Das Typenhebelgetriebe vollendet dann den Rest seiner Bewegung bis zum Abdruck an der Schreibwalze aus eigener Kraft. Je nach der Stellung dieses Abstreifers ist es möglich, die Kupplungsdauer und damit die zur Verfügung stehende Anschlagskraft zu regulieren. Das ist wesentlich für die Anfertigung von mehreren Durchschlägen. Die durchgehende und dauernd rotierende Antriebswelle ist das gemeinsame Merkmal aller elektromotorischen Antriebe, sie unterscheiden sich lediglich in der Ausführungsform dieser Welle. Mercedes, Rheinmetall, Royal, Underwood, Olivetti, Smith-Corona verwenden eine Welle, die dieser dargestellten Ausführung entspricht.

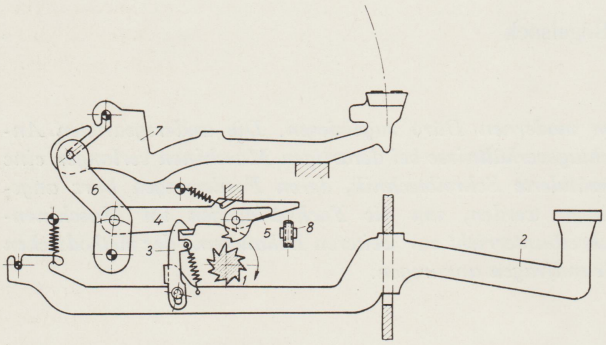

Bild 1 Typenhebelantrieb der Mercedes-Elektra

1	verzahnte Antriebswelle	5	Zahnklinke
2	Tasthebel	6	Zugstange
3	Zugklinke	7	Typenhebel
4	Antriebshebel	8	Abstreifer

Durch zweckmäßige Form der Zähne und der mit den Zähnen zusammen arbeitenden Klinke wird eine sichere Kupplung zwischen An- und Abtrieb erreicht.

Es gibt aber noch ein zweites Prinzip, bei dem die Kraftübertragung auf Reibung beruht. Man arbeitet nicht mit einer verzahnten, sondern einer glatten Welle, die mit einem Reibbelag aus Gummi überzogen ist. Als typisches Beispiel dieser Gruppe, zu der die Adler-electric, Triumph-Matura-electric und IBM gehören, wird das Getriebe der IBM-Exekutive angeführt (Bild 2).

Man sieht die gummibelegte Antriebswelle 1, die sich ständig dreht. Durch Betätigung der Taste 2 wird über die Klinke 7 der Exzenterhebel 3 gegen die Wellen verschwenkt. Er trägt einen gerieften Reibbelag aus Perlon und wird, sobald er mit der Welle in Berührung gekommen ist, mitgerissen. Auf Grund der Exzentrizität des Hebels kommt eine Bewegung des Mittelhebels 4 zustande, die den Anschlag des Typenhebels 5 zur Folge hat. Eine Wiederholung des Anschlages (bei niedergehaltener Taste) wird vermieden. Auch bei diesem Prinzip wird der Antrieb des Typenhebels nach einer gewissen Zeit durch den einstellbaren Abstreifer 6 unterbrochen, das Getriebe vollendet auf Grund der Trägheit seine Bewegung.

Es erübrigt sich, die Typenhebelgetriebe der anderen Maschinen ebenfalls abzubilden, da sie im Grunde nichts Neues bringen, sondern sich nur in der konstruktiven Ausbildung unterscheiden.

Es ist ohne Schwierigkeiten möglich, von dieser rotierenden Antriebswelle nicht nur die Typenhebelbewegung, sondern auch sämtliche anderen Funktionen abzuleiten, wie Wagenaufzug, Zeilenschaltung, Rückschaltung, Umschaltung usw.

Anschlagstechnik

Aus den Bildern, die die Arbeitsweise elektrischer Antriebe verdeutlichen, kann man ohne weiteres das entnehmen, was für die Erörterung der eingangs gestellten Fragen benötigt wird. Die Schreiberin, die bei den handangetriebenen Schreibmaschinen die gesamte Kraft aufbringen muß, die zum Abdruck der Type benötigt wird, hat bei den elektrischen Maschinen lediglich den zu schreibenden Buchstaben auszulösen. Sie trifft gewissermaßen nur die Auswahl, alles Weitere übernimmt der Motor. Das bedeutet, daß die Stärke des Typenhebelabdruckes nicht von der Schreiberin beeinflußt werden kann. Das Schriftbild muß also notwendigerweise immer gleichmäßig sein, gleichgültig, ob die Taste stark oder schwach angeschlagen wird, ob sie in der Mitte oder am Rande des Tastenfeldes liegt.

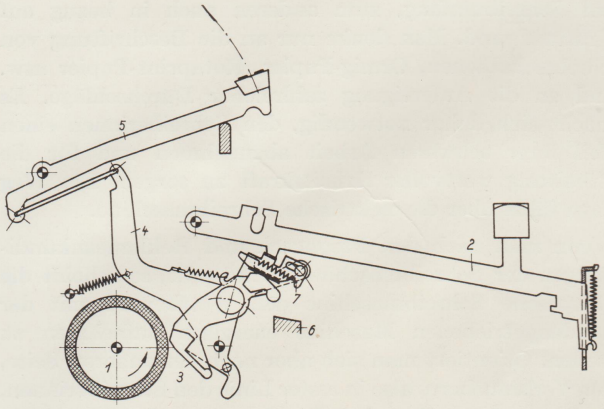

Bild 2 Typenhebelantrieb der IBM-Exekutive

1	gummibelegte Antriebswelle	5	Typenhebel
2	Tasthebel	6	Abstreifer
3	Exzenterhebel	7	Zugstange
4	Mittelhebel		

Bei handangetriebenen Schreibmaschinen ist zur Erreichung einer bestimmten Anschlagskraft ein bestimmter vorgeschriebener Weg erforderlich, wenn man die Tastenkraft in physiologisch und psychologisch erträglichen Grenzen halten will. Der Weg beträgt im allgemeinen 18 mm. Will man aber die Typenhebelbewegung nur auslösen, ist man an keinen bestimmten Weg gebunden. Man könnte den Tastentiefgang beliebig klein halten, muß aber darauf Rücksicht nehmen, daß die Schreiberin ein gewisses Gefühl für den Anschlag behält. Ebenso verhält

es sich mit der Federspannung. Es ist üblich, den Tiefgang etwa 3 bis 7 mm vorzusehen bei einer aufzuwendenden Federkraft von 60 bis 100p. Von einer Schreibmaschinenfirma wurde ermittelt, daß zum Schreiben einer DIN-A-4-Seite (bei etwa 2000 Anschlägen) von der Schreiberin 31 mkg bei Handmaschinen aufgebracht werden müssen. Beim elektrischen Schreiben verringert sich diese Leistung auf 1,4 mkg, d. h. nur 4,5 % Arbeitsaufwand gegenüber den Handmaschinen. Dieses Verhältnis wird verständlich, wenn man bedenkt, daß auch die Umschaltung und die Zeilenschaltung elektromechanisch betätigt werden. Gerade diese Funktionen aber erfordern einen erheblichen Kraftaufwand. Im Widerspruch zu dieser Feststellung stehen die Klagen der Schreiberinnen über schmerzende Fingerspitzen usw. Das ist jedoch eine reine Frage der Anschlagstechnik. Die Schreiberin hat sich daran gewöhnt, die Tasten 18 mm bei einem kontinuierlich wachsenden Widerstand durchzudrücken und spürt nun beim elektrischen Schreiben nach etwa 4 mm, die ohne nennenswerte Gegenkraft zurückgelegt werden, einen harten Anschlag. Es ist verständlich, daß es dann zu Prellungen am Finger kommt, da viel zuviel unnötige Kraft für das Schreiben verwendet wird. Die Schreiberin muß umlernen und eine ganz neue Anschlagstechnik annehmen. Die Adler-Werke versuchten, diesen Bemühungen der Schreiberinnen entgegenzukommen, indem sie nicht nur die Tastenkraft, sondern auch den Tastentiefgang beliebig einstellbar gemacht haben. Jede Schreiberin kann infolgedessen den Tastendruckvorgang ihrem Anschlagsgefühl anspassen und so evtl. schrittweise umlernen. Der Erfolg eines solchen Verfahrens ist jedoch zweifelhaft. In gleicher Weise ist der Weg sehr fragwürdig, der von einigen Berufsschulen im Maschinenschreibunterricht beschritten wird. Man bildet dort jede Schülerin in einem gewissen turnusmäßigen Wechsel sowohl an elektrischen als auch an handangetriebenen Schreibmaschinen aus. Beide Maschinenarten verlangen aber eine grundsätzlich andere Anschlagstechnik. Der Unterschied ergibt sich im wesentlichen aus folgenden Faktoren:

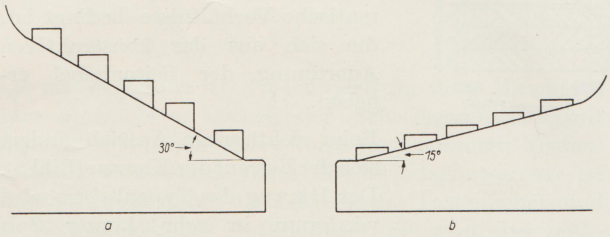

Bild 3 Neigungswinkel des Tastenfeldes zur Tischebene
a) bei handangetriebenen Schreibmaschinen
b) bei elektrischen Schreibmaschinen

1. Einem Tastentiefgang von 18 mm bei normalen Maschinen steht bei elektrischen Maschinen ein Tastenweg von 3 bis 7 mm gegenüber. (Genormt sind 5 mm.)
2. Bei elektrischen Maschinen ist auf dem kurzen Tastenweg kaum eine nennenswerte Arbeit zu leisten. Die Hand bzw. der Finger braucht längst nicht eine so große kinetische Energie aufzunehmen und demgemäß keine weit ausholenden Schwingbewegungen auszuführen.
3. Während das Tastenfeld bei handangetriebenen Schreibmaschinen, bedingt durch den großen Tastentiefgang, in einem Winkel von etwa 30° zur Tischebene ansteigt, verringert sich dieser Winkel bei elektrischen Schreibmaschinen auf etwa 15° (Bild 3).
4. Durch die Verringerung der Tastenfeldsteigung sind die effektiven Abstände zwischen den einzelnen Tastenreihen kleiner geworden und zwingen so ebenfalls zu einer Korrektur der gewohnten Fingerbewegungen. Allerdings ist hier noch die Frage zu klären, ob diese Verkürzung der Wege nicht evtl. die lockere Fingerhaltung beeinträchtigen kann.

Um zu untersuchen, wie sich die Schreiberinnen elektrischer Schreibmaschinen diesen Bedingungen angepaßt haben, wurden mit Hilfe von Zeitlupenaufnahmen Analysen der Bewegungsvorgänge durchgeführt.

Drei Beispiele sollen die Unterschiede veranschaulichen. Es handelt sich um eine handangetriebene Ideal-Maschine, die von der durchschnittlichen Schreiberin C bedient wurde, ferner um eine Mercedes-Elektra, auf der einmal eine durchschnittliche Elektra-Schreiberin B (etwa acht Monate Elektra-Praxis), zum anderen eine sehr versierte Elektra-Schreiberin E schrieb. In allen Fällen wurde den Schreiberinnen der gleiche Text vorgelegt, aus dem hier die Bewegungsverhältnisse für das Wort „Wasser" dargestellt sind. Dieses Wort eignete sich deshalb gut zu einer quantitativen Auswertung, da aus technischen Gründen lediglich die Bewegungen der linken Hand gefilmt wurden und in der Buchstabenfolge „Wasser" sämtliche Zeichen links angeschlagen werden.

Die Diagramme in den Bildern 4 und 6 zeigen sowohl die absoluten Bewegungen der Finger in senkrechter Richtung als auch die vertikalen Schwingungen der Hand um einen errechneten Mittelwert in Abhängigkeit von der Zeit. Die eingezeichneten Höhenlagen der Tastenreihen 1, 2, 3 (nur für Buchstabentasten) bieten einen Maßstab für die zurückgelegten Fingerwege. Beim Zeigefinger (II) konnte die Bewegungskurve nicht vollständig verfolgt werden, weil in den meisten Fällen der Finger von den in Richtung der Kamera davorliegenden Fingern verdeckt wurden.

Schreiberin C (Bild 4) benötigt für einen Anschlag (gerechnet vom Beginn bis zum Ende des Tastenhubes) durchschnittlich 155 Millisekunden. Schreiberin B ist mit einem Mittelwert von 145 ms hinsichtlich der Schreibleistung etwa gleichwertig. Aus den relativ langen Tastzeiten kann man folgern, daß der Kraftaufwand von Schreiberin B noch unnötig hoch liegt, d. h., sie konnte sich den leichten Anschlagverhältnissen noch nicht vollauf anpassen. Wie Bild 6 zeigt, erreicht Schreiberin E eine Steigerung der Schreibgeschwindigkeit um etwa 100 % im Vergleich zu den anderen. Die auftretenden Tastzeiten liegen dabei durchschnittlich bei 52 ms. Da ein kleinerer Kraftaufwand eine schnellere Umkehrung der Fingerbewegungen zuläßt, kann hier auf eine ökonomischere Arbeitsweise geschlossen werden.

In den Fingerwegen zeigt sich ebenfalls ein großer Unterschied zwischen den einzelnen Beispielen: Während Schreiberin C weitausholende Schwingbewegungen ausführen muß, erkennt man im Bild 5 eine relativ ruhige Fingerhaltung. Im Bild 6 ist die Amplitude ebenfalls sehr klein, die Schwingfrequenz allerdings infolge der höheren Schreibgeschwindigkeit größer.

Das drückt sich auch in den Bewegungskurven der Hand aus: Im Bild 4 liegt die mittlere Amplitude der Handbewegungen bei etwa 22 mm (schraffierter Bereich), im Bild 5 bei 16 mm und sinkt im Bild 6 auf 12 mm herab. Die Schreiberin E kommt also dem Ideal einer über dem Tastenfeld schwebenden Hand um vieles näher.

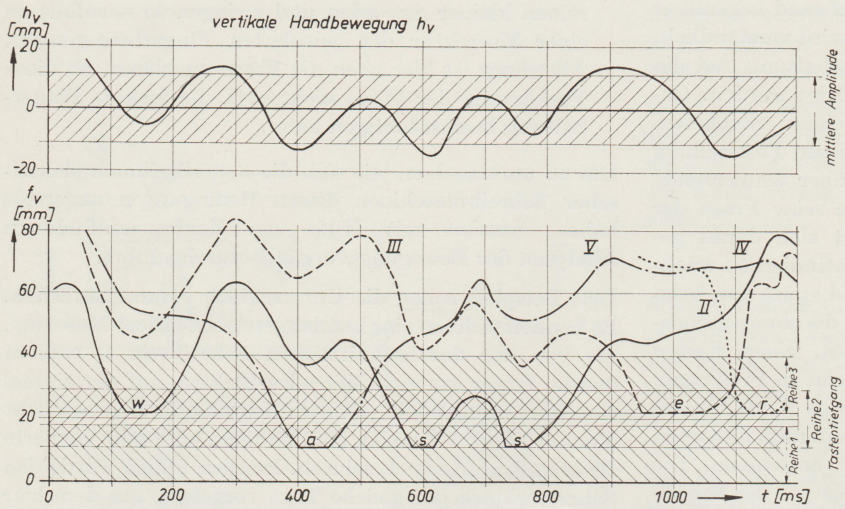

Bild 4 Bewegungskurven der linken Hand, Schreiberin C (Ideal-Standard)

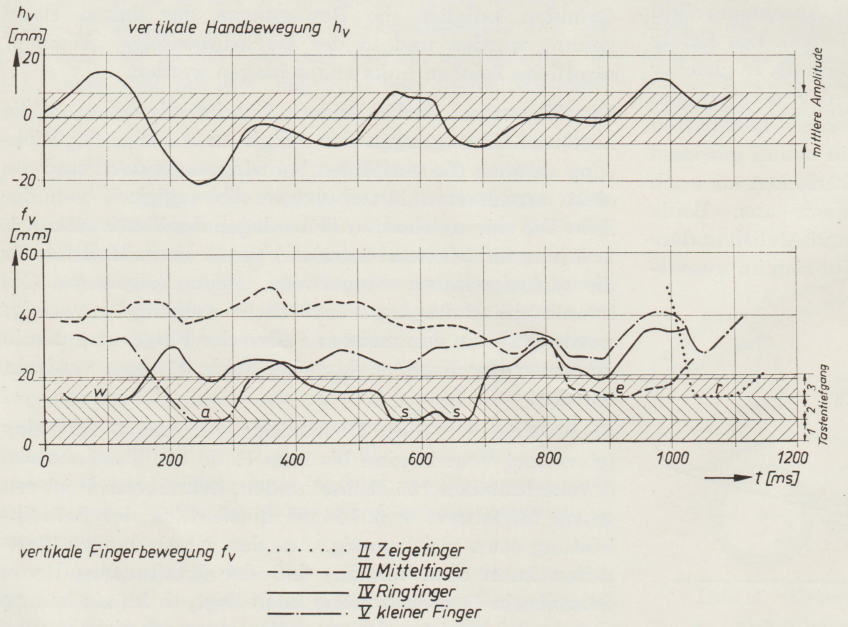

Bild 5 Bewegungskurven der linken Hand, Schreiberin B (Mercedes-Elektra)

Diese Beispiele sollen genügen, um die qualitativen und quantitativen Unterschiede des Anschlagablaufes anzudeuten, so wie sie sich bei der Gegenüberstellung von Handantrieb und elektrischem Antrieb ergeben.

Schreibgeschwindigkeit

Wie aus der Arbeitsweise der elektrischen Schreibmaschinen hervorgeht, ist die Typenhebelbewegung nach der Auslösung der Taste unabhängig von der Fingerbewegung. Der Typenhebel kann nach dem Abdruck ungehindert zurückfallen, gleichgültig, ob der Finger noch auf der Taste liegt oder nicht. Bei Handmaschinen ist es keine Seltenheit, daß der Typenhebelrückfall durch den Finger, der noch auf der Taste ruht, gehemmt wird. Auf diese Weise kommt es zu Zeitverzögerungen, die bei elektrischen Schreibmaschinen von vornherein ausgeschaltet sind. Zeitlupenaufnahmen der Typenhebelbewegungen ergaben dafür die eindeutige Bestätigung, wie man aus den Bildern 7 und 8 entnehmen kann. Diese Diagramme stellen quantitative Auswertungen solcher Filme dar. Es ist jeweils ein Bewegungsspiel des Mittelhebels und eines Seitenhebels untersucht worden und der Typenhebel-Drehwinkel γ in Abhängigkeit von der Zeit aufgetragen. γ ist vom Ruhelager aus gemessen und interessiert nur in einem Bereich von etwa 35 bis 40° vor dem Anschlag, es ist also der Winkelweg, in dem evtl. mit Typenhebelverklemmungen zu rechnen ist. Zu jedem Typenhebelanschlag gehört eine Schrittbewegung des Wagens, dessen Weg s ebenfalls als Funktion der Zeit verläuft. Bild 7 zeigt die Typenhebel- und Wagenbewegung einer handangetriebenen Maschine. Der Typenhebelhinweg wird in sehr kurzer Zeit zurückgelegt. Nach dem Abdruck an der Walze prallt der Typenhebel ebenfalls sehr schnell zurück, wird dann aber von dem auf der Taste ruhenden Finger aufgehalten, schwingt wieder etwas gegen die Walze vor und kann dann endlich zurückfallen. Beim Seitenhebel erfordern Hin- und Rückweg etwas mehr Zeit als beim Mittelhebel, was durch besonders ungünstige kinematische Verhältnisse bedingt ist, die sich aus der konstruktiven Anordnung der Seitenhebel ergeben.

Beim elektrischen Antrieb ändert sich der Verlauf der Kurven (Bild 8). Der Hinweg des Typenhebels wird wiederum in sehr kurzer Zeit zurückgelegt, aber auch der Rückfall geht kontinuierlich und ohne Behinderung vonstatten. Es ist ein erheblicher Zeitgewinn zu verzeichnen, man kann sagen, daß im allgemeinen die Typenhebelgetriebe der elektrischen Maschinen ohne weiteres eine Anschlagszahl von 25 Anschlägen je Sekunde zulassen würden. Dieser Vorteil müßte theoretisch eine Erhöhung der Schreibgeschwindigkeit mit sich bringen. In der Praxis ist es leider nicht der Fall; denn außer der Typenhebelbewegung ist die Wagenbewegung für die erreichbare Schreibgeschwindigkeit bestimmend. Darauf hat jedoch die Mechanisierung des Schreibvorganges noch keinen Einfluß. Es ist auch aus den Bildern 7 und 8 zu erkennen, daß keine wesentlichen Unterschiede zwischen

den beiden Maschinenarten hinsichtlich der Wagenbewegung auftreten.

Oftmals wird bei der Kritik von elektrischen Schreibmaschinen die angebliche Notwendigkeit von Tastensperren und die damit verbundene erhebliche Einschränkung der Schreibgeschwindigkeit besonders hervorgehoben.

Die Tastensperren haben den Zweck, ein gleichzeitiges Anschlagen mehrerer Tasten zu verhindern; denn bei den dann eintretenden Typenhebelkollisionen besteht die Gefahr, daß Mitnehmerklinken im Getriebe brechen bzw. bei einem Reibwellenantrieb Nuten in den Gummibelag eingefräst werden. Die Sperren sind daher bei einigen Maschinen so angelegt, daß die nächste Taste erst betätigt werden kann, wenn die zuvor angeschlagene in ihre Ruhelage zurückgeführt ist. Es läßt sich für diese Maschinen dann eine obere Grenze der Schreibgeschwindigkeit angeben, wenn man einen freien ungehemmten Tastenrückgang voraussetzt. Diese Geschwindigkeitsgrenze ist dann bestimmt durch die Trägheit des Tastenhebels und die Wirksamkeit der Rückholfeder. Sie wird aber praktisch nie erreicht werden, da der Finger der Schreiberin mehr oder weniger an der Taste klebt und den Tastenrückgang verzögert. Tastensperren erfordern also einen gewissen zusätzlichen Zeitaufwand und es scheint zweckmäßig, ihre Existenzberechtigung überhaupt zu untersuchen.

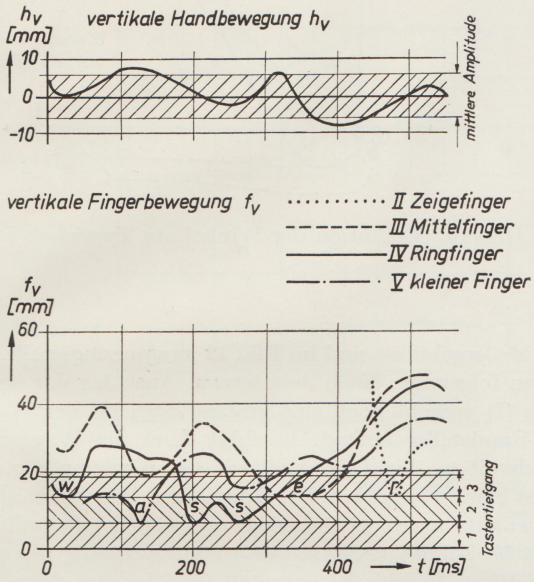

Bild 6 Bewegungskurve der linken Hand, Schreiberin E (Mercedes-Elektra)

Die Erläuterung der Arbeitsweise elektrischer Schreibmaschinen hat gezeigt, daß das eigentliche Typenhebelgetriebe nur während eines bestimmten Winkels des gesamten Typenhebelweges mit der Antriebswelle in Verbindung steht (Arbeitswinkel γ_A). Tastensperren haben also nur dann einen Sinn, wenn innerhalb dieses Arbeitswinkels die Gefahr einer Typenhebelkollision besteht. Verklemmen die Typenhebel außerhalb des Winkels γ_A, ist eine Rückwirkung auf die Antriebsorgane ausgeschlossen und daher in diesem Zusammenhang uninteressant.

Wie liegen nun diese Verhältnisse bei den gegenwärtig produzierten Maschinen? Für die konstruktive Anordnung der Typenhebel besteht die Bedingung, daß die Schriftzeichen alle auf einem Punkt der Schreibwalze abgedruckt werden müssen. Das hat notwendigerweise eine Überdeckung der Typenbahnen in einem gewissen Bereich zur Folge, sie ist um so größer, je näher die betrachteten

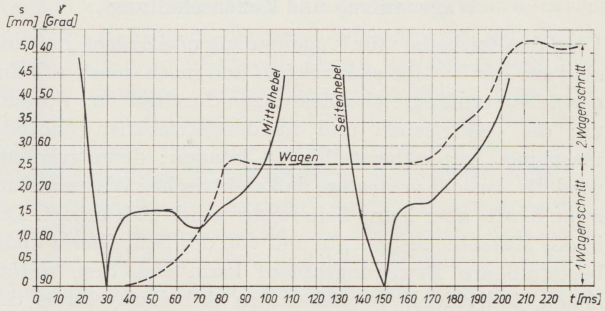

Bild 7 Typenhebel- und Wagenbewegung einer handangetriebenen Schreibmaschine (bei einer durchschnittlichen Schreiberin)

Typenhebel beieinanderliegen. Aus dem Bild 9 ist die Abhängigkeit leicht erkennbar:

γ_F ist der freie Winkel, den ein Typenhebel zurücklegen kann, ohne die Bewegungsbahn einer anderen Type zu berühren (Bild 10). Seine Änderung ist über dem Abstand der einzelnen Typenhebel aufgetragen. Bei zwei unmittelbar benachbarten Typenhebeln, also mit dem Intervall 1, ist der freie Winkel am geringsten und beträgt etwa 55°. Mit größer werdendem Typenhebelintervall nimmt der freie Winkel zu und nähert sich einem Grenzwert von ungefähr 80°.

Zur Gegenüberstellung zeigt das Bild 11 ein Diagramm der Typenhebelwege einiger elektrischer Schreibmaschinen, gewonnen aus kinematischen Untersuchungen und Zeitlupenanalysen. Der Winkel, den der Typenhebel zurücklegt, ist wieder mit γ bezeichnet und über der Zeit t aufgetragen. Während der Typenhebel den mit γ_A definierten Antriebswinkel durchläuft, steht das Getriebe in zwangsläufiger Verbindung mit der Antriebswelle. Nach Überschreiten von γ_A ist das Typenhebelgetriebe freigegeben und vollendet seinen vorgeschriebenen Weg aus eigener Kraft, vermöge der ihm aufgeprägten kine-

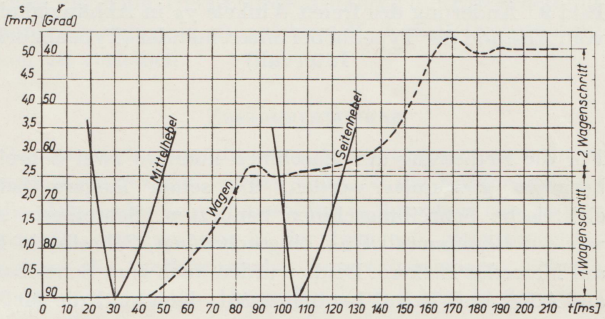

Bild 8 Typenhebel- und Wagenbewegung einer elektrischen Schreibmaschine (unabhängig von der Schreiberin)

tischen Energie. Man sieht, daß γ_A den Wert von 55° nicht übersteigt. Allerdings gilt Bild 11 nur für leichten bis mittleren Anschlag. Vergrößert man die Anschlagskraft (beim Schreiben sehr vieler Durchschläge), wächst auch γ_A und ragt teilweise in den kritischen Bereich hinein.

Trotzdem ist ein Fortfall der Tastensperren durchaus begründet und auch in der letzten Zeit von den Schreibmaschinenwerken beachtet worden.

Wagenaufzug und Zeilenschaltung

Über den Zeitbedarf für Wagenaufzug und Zeilenschaltung sind am Institut für elektrischen und mechanischen Feingerätebau umfangreiche Messungen durchgeführt worden, um die elektrischen und handangetriebenen Schreibmaschinen gegenüberstellen zu können; denn zuweilen wird die Ansicht vertreten, daß elektrischer Wagenaufzug zwar Kraft- aber keine Zeitersparnis mit sich bringt. Der in der Maschine festgelegte und von der Schreiberin nicht beeinflußbare Bewegungsablauf kann sich dem natürlichen, individuell verschiedenem Arbeitsrhythmus der Schreiberin nicht anpassen und wirkt daher hemmend.

Darüber hinaus nimmt man an, daß bei Rückkehr der schaltenden linken Hand in das Tastenfeld nach vollzogenem Wagenaufzug die Schreiberin mit Sicherheit weiß, daß der Wagen wieder schreibbereit ist. Beim elektrischen Wagenantrieb dagegen wird die Wagenbewegung von der Schreiberin nur ausgelöst; sie muß sich also auf andere Weise (durch Abhören) versichern, daß der Wagen am linken Randsteller angekommen ist. Dieses Abhören erfordert Zeit. Daher war es wünschenswert, neben den reinen Transportzeiten des Wagens auch die Stillstandszeiten am rechten und linken Anschlag zu messen.

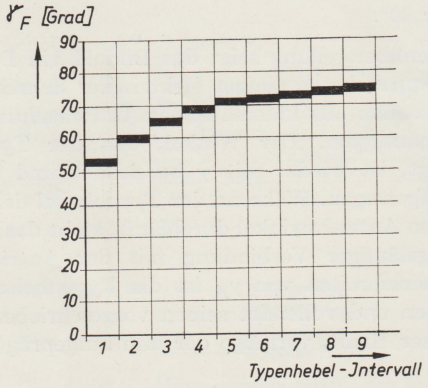

Bild 9 Änderung des freien Winkels γ_F in Abhängigkeit vom Abstand der Typenhebel untereinander (Typenhebel-Intervall)

Für die Bedienung der Maschinen konnten zwei Schreiberinnen gewonnen werden, die schon längere Zeit elektrische Schreibmaschinen benutzten. Schreiberin A war auf Rheinmetall GSE eingeschrieben, Schreiberin B auf Mercedes Elektra. Beide wurden auch zum Schreiben auf Adler und Royal herangezogen, doch sind die Meßergebnisse, besonders bei der Royal electric, insofern problematisch, als die Rücklauftaste im Gegensatz zu den anderen Maschinen an einer den Schreiberinnen ungewohnten Stelle angebracht ist. Zum Vergleich bediente eine durchschnittliche Schreiberin C eine Ideal Standard-Schreibmaschine und auf der gleichen Maschine schrieb die Spitzenschreiberin D (Teilnehmerin am Weltmeisterschaftsschreiben 1957).

Um eine definierte Zeilenlänge zu bekommen, wurde in jedem Falle derselbe Satz geschrieben (70 Anschläge entsprechen 182 mm Wagenweg).

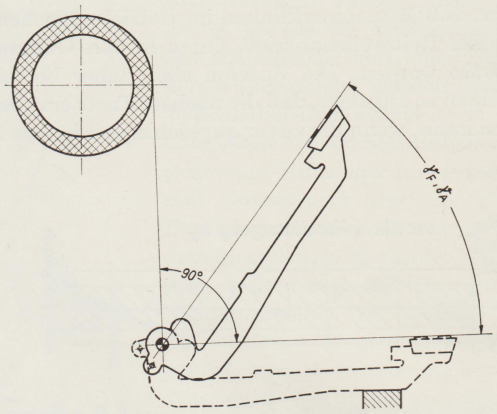

Bild 10 Definition der Winkel am Typenhebel

Die Meßergebnisse sind im Bild 12 zusammengestellt. Sie zeigen folgendes: Nach dem letzten Anschlag der ersten Zeile (I) vergeht noch eine gewisse Zeit, bis der Wagen am Randsteller anliegt. Es folgt dann die Wagenstillstandszeit t_{Sr}, bis die Schreiberin den Wagenaufzug ausgelöst bzw. betätigt hat. Bei elektrischen Maschinen ist die Wagenaufzugszeit t_A festgelegt und von der Schreiberin nicht beeinflußbar. Sie hat daher auch ständig den gleichen Wert. Bei der Rheinmetall GSE beträgt diese Zeit

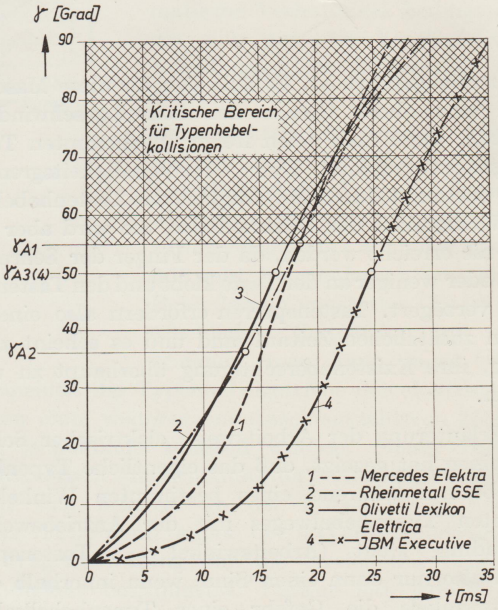

Bild 11 Größe des Antriebswinkels γ_A einiger elektrischer Schreibmaschinen

etwa 600 ms, dagegen wurden bei der Royal electric nur etwa 330 ms benötigt. Die Durchschnittsschreiberin C auf Ideal benötigt 430 ms, während die Spitzenschreiberin D den Wagenaufzug in 250 ms bewältigt. Die Angaben sind als Mittelwerte aus mehreren Messungen hervorgegangen. Die Einzelabweichungen von diesen Mittelwerten waren

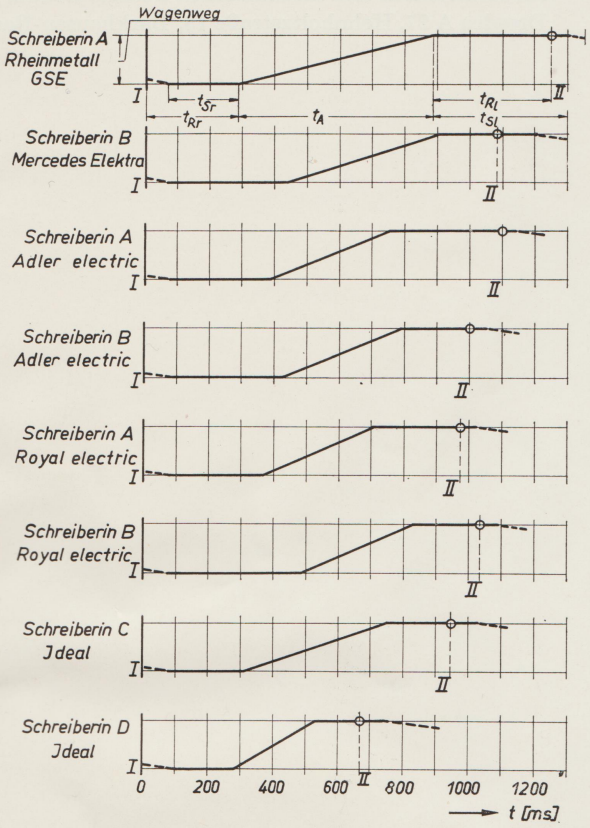

Bild 12 Zeitbedarf für Wagenaufzug und Zeilenschaltung im Vergleich zwischen hand- und elektrisch angetriebenen Schreibmaschinen

I = letzter Anschlag der ersten Zeile
II = erster Anschlag der zweiten Zeile
t_A = Wagenaufzugszeit
t_{Sr} = Wagenstillstandszeit am rechten Anschlag
t_{St} = Wagenstillstandszeit am linken Anschlag
t_{Rr} = Reaktionszeit der Schreiberin zwischen letztem Anschlag und Wagenaufzug
t_{Rl} = Reaktionszeit der Schreiberin zwischen beendetem Aufzug und erstem Anschlag

sehr gering, man kann mit einer guten Reproduzierbarkeit rechnen.

Die Reaktionszeit t_{Rl}, die sich an den Wagenaufzug anschließt, ist weitgehend von der Schreiberin abhängig. Das beweist ein Vergleich der Schreiberinnen A und B bei den elektrischen Schreibmaschinen. Während Schreiberin B bei allen Fällen für t_{Rl} 180 bis 200 ms braucht, ergeben sich bei Schreiberin A 280 bis 350 ms. Den elektrischen Antrieb der Maschine für diesen Zeitbedarf verantwortlich zu machen, ist also nicht zulässig.

Bei t_{Rr} dagegen verhalten sich die beiden Schreiberinnen gerade umgekehrt: Schreiberin A reagiert schneller als Schreiberin B. Beide aber sind wesentlich langsamer als die Ideal-Schreiberinnen. Das ist erstaunlich, da man doch gerade hier infolge des kürzeren Weges zur Bedienung der Zeilenschaltung einen Zeitgewinn erwarten könnte.

Zusammenfassend ist zu den Ergebnissen folgendes zu sagen:

Wenn die heutige elektrische Schreibmaschine hinsichtlich des Gesamtzeitbedarfs der Zeilenschaltung neben der handangetriebenen Schreibmaschine bestehen will, kann die erforderliche Gesamtzeit nur innerhalb t_{Rr} und t_{Rl} verringert werden, da t_A festliegt. Ein Erfolg dieser Maßnahme erscheint zweifelhaft, wenn man die Gesamtzeit von 670 ms bei Schreiberin D auf Ideal der reinen unveränderlichen Wagenaufzugszeit von 600 ms bei Rheinmetall GSE gegenüberstellt. Dieses Verhältnis liegt zwar bei den anderen untersuchten elektrischen Maschinen günstiger, aber dennoch nicht günstig genug. Man kann daraus folgern, daß eine Heranziehung von elektrischen Schreibmaschinen zu kurzzeitigen Spitzenleistungen, wie sie bei Wettschreiben verlangt werden, gegenwärtig noch nicht erfolgversprechend ist. Bei den Weltmeisterschaftsschreiben im Jahre 1957 sind beim 30-Minuten-Schnellschreiben rund 17000 Anschläge auf einer handangetriebenen Schreibmaschine erzielt worden. Wendet man darauf die vorliegenden Untersuchungsergebnisse an, würde sich für die gleiche Zeit von 30 Minuten auf einer elektrischen Schreibmaschine eine Minderung der Anschlagzahl um etwa 5 % ergeben. Dabei ist eine Zeilenlänge von 70 Anschlägen Zeile und für den Wagenaufzug bei Handmaschinen 700, bei elektrischen Maschinen 1000 ms angenommen.

Für die Schreibmaschinen-Konstrukteure ist es daher ein wichtiges Problem, diesen hohen Zeitbedarf für die Zeilenschaltung durch geeignete Maßnahmen herabzusetzen.

Geräuscharmut und Funktionssicherheit

Diese beiden Punkte bilden den Schluß unserer eingangs gestellten Forderungen an die elektrische Schreibmaschine. In diesem Zusammenhang angeführte Gegenargumente verlieren immer mehr an Überzeugungskraft:

Im Zuge der fortschreitenden Technik sind auch in den elektrischen Schreibmaschinen neuartige Übertragungs- und Bauelemente angewendet worden, die die Geräusche auf ein Minimum herabsetzen. Um nur einige solcher Maßnahmen zu nennen, seien kollektorlose Motoren, Keil- und Zahnriemen aus Gummi, Kunststoffzahnräder usw. angeführt.

In gleicher Weise ist auch der Punkt „Funktionssicherheit" zu behandeln, der heute kaum noch gegen die elektrische Schreibmaschine ins Feld geführt werden kann; denn alle Hersteller sind ständig mit Erfolg bemüht, ihren Erzeugnissen ein größeres Maß an Betriebstüchtigkeit zu verleihen.

Zusammenfassung

Das Fazit, das aus all diesen Betrachtungen und Untersuchungen gezogen werden kann, ist die Erkenntnis, daß die elektrische Schreibmaschine in ihrer heutigen modernen Bauart durchaus in der Lage ist, gleichberechtigt neben die herkömmliche handangetriebene Schreibmaschine zu treten. Ihr großer Vorteil liegt in der erheblichen Kraftersparnis, die sich letztlich in einer gesteigerten Schreibleistung der Schreiberin, über einen größeren Zeitraum gesehen, auswirken wird. Auch im Zuge der

weiteren Mechanisierung der Büroarbeit unter Verwendung der Lochband- und Lochkartentechnik und bei den Fakturiermaschinen liegt für die elektrischen Schreibmaschinen ein weites Anwendungsgebiet. Für sehr kurzzeitige Wettkampfleistungen dagegen scheint der Durchschnittstyp der elektrischen Schreibmaschine gegenwärtig noch nicht geeignet zu sein. Die technische Entwicklung aber schreitet fort und wird auch in dieser Hinsicht noch weitere Verbesserungen bringen.

Literatur

Geiling: Vollelektrische Schreibmaschinen. Feingerätetechn. 5. Jg. H. 9, S. 396—400.

Bühler: Kraftangetriebene Typenhebelgetriebe. Feingerätetechn. 4. Jg. H. 7 S. 311—314.

Verfasser:

Dipl.-Ing. Gerhard Bögelsack, Assistent im Institut für elektrischen und mechanischen Feingerätebau, Dresden A 27, Helmholtzstraße 18, Barkhausen-Bau.